

Title	Fundamental Study on Resistance Projection Welding Control System by Using Numerical Simulation
Author(s)	包, 亜峰
Citation	大阪大学, 2001, 博士論文
Version Type	
URL	<a href="https://hdl.handle.net/11094/42329">https://hdl.handle.net/11094/42329</a>
rights	
Note	著者からインターネット公開の許諾が得られていないため、論文の要旨のみを公開しています。全文のご利用をご希望の場合は、 <a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed">〈a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed"〉</a> 大阪大学の博士論文について <a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed">〈/a〉</a> をご参照ください。

***Osaka University Knowledge Archive : OUKA***

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

Osaka University

氏名	包 亜 峰
博士の専攻分野の名称	博士(工学)
学位記番号	第 16224 号
学位授与年月日	平成13年3月23日
学位授与の要件	学位規則第4条第1項該当 工学研究科生産科学専攻
学位論文名	Fundamental Study on Resistance Projection Welding Control System by Using Numerical Simulation (数値シミュレーションを適用した抵抗プロジェクション溶接制御システムに関する基礎的研究)
論文審査委員	(主査) 教授 牛尾 誠夫  (副査) 教授 座古 勝 教授 荒井 栄司 助教授 高橋 康夫

#### 論文内容の要旨

本論文は、抵抗プロジェクション溶接パラメータの最適化を目指した溶接過程と制御系に関する数値解析手法の確立を目的とし、連成的有限要素法に基づいた抵抗プロジェクション溶接過程の数値解析法と溶接過程における接合部と溶接電源の特性変化を考慮した回路解析法を連成させたコンピュータプログラムを作成し、抵抗プロジェクション溶接過程の動態解析を実施したものであり、全7章より構成されている。

第1章は緒言であり、本研究の背景、研究目的および研究手順について述べている。

第2章は、近年の抵抗溶接に関する数値解析の発展と抵抗溶接制御過程の解析手法の進展について述べ、抵抗プロジェクション溶接過程の数値解析の重要性および本研究の具体的な目標を示している。

第3章では、抵抗プロジェクション溶接部形成過程について、電気-熱-力を連成した有限要素法について議論し、接触界面の電気・熱特性モデルを構築している。これらに基づきプロジェクション溶接部形成過程の動態解析プログラムを作成している。エッジ・クラッシュ溶接部形成過程を例にプログラムの検証を行なった結果、非連成解析と連成解析では溶接部の動的な抵抗値変化に顕著な差異があり、連成解析では解析誤差が低減されることを明らかにしている。

第4章では、プロジェクション溶接部形成過程において生じる界面近傍の有限要素メッシュのねじれに起因する離散化誤差の低減手法について述べている。有限要素メッシュのねじれ度合いをパラメータとしたファジー理論に基づいた適応リーゾニング手法を考案し、プロジェクション溶接部形成過程の動態解析プログラムに導入している。

第5章では、溶接部形成過程と溶接電源との関係を議論し、接合部と溶接電源の特性変化を考慮した抵抗溶接制御システムの解析手法を検討している。接合の進展に伴い非線形に変化する接合領域の抵抗値とそれによって変化させる溶接電源パラメータとの関係を考慮する目的で、前出の連成有限要素法とソースロード・システムの解析法を連成させ、接合領域と溶接電源の解析を計算機上で統合化し解析を行なうプログラムを作成し、これによる解析結果と実験結果とを比較している。両者はおおむね一致しており、解析手法が妥当であることを示している。

第6章では、抵抗溶接制御システムの解析プログラムにより、溶接制御部の動態特性とナゲット形成過程の関係を連成した数値解析を実施している。ナゲット形成時に散りが発生しない溶接過程コントロールシステムとその溶接条件が明らかとなっている。

第7章では、以上で得られた知見を総括し、本論文の結論としている。

## 論文審査の結果の要旨

抵抗プロジェクション溶接は、他の抵抗溶接法と比較してはるかに多様な溶接継手形状があり、かつその応用領域がしだいに増えている。その溶接継手の特性を評価するために溶接過程の数値シミュレーションは1つの有効な手法である。しかしながら他の抵抗溶接法と比較して抵抗プロジェクション溶接過程とその制御システムの動態特性との関係はより密接であるため、これらを統一的に取扱う溶接過程の動態解析手法の構築が求められている。

本研究は、抵抗プロジェクション溶接過程の最適化を目的とした溶接過程と制御系に関する数値解析手法の確立を目的とし、溶接過程の数値解析法と溶接過程中的接合部と溶接電源の特性変化を考慮した回路解析法を連成させた数値解析プログラムを作成し、溶接過程の動態解析を実施したものであり、その成果を要約すると次の通りである。

- (1)抵抗プロジェクション溶接部形成過程での接合ゾーンの電流分布、温度、およびその変形特性を考慮するため、接触界面の電気・熱特性モデルを構築し、これを電気-熱-力を連成した有限要素法に組み込みプロジェクション溶接部の動態解析プログラムを作成している。また本プログラムにより、溶接部形成過程のシミュレーションの計算誤差を低減することを明らかにしている。
- (2)プロジェクション溶接部形成過程において生じる、界面近傍の有限要素メッシュのねじれに起因する離散化誤差を低減させるため、有限要素メッシュのねじれ度合いをパラメータとしたファジー理論に基づく適応リーゾニング手法を考案し、プロジェクション溶接部の動態解析プログラムに導入している。溶接部形成過程の非定常温度分布に見られる大変形解析の離散化誤差を低減している。
- (3)接合の進展に伴い非線形に変化する接合領域の抵抗値とそれによって変化させる溶接電源パラメータとの関係を考慮する目的で、前出の連成的な有限要素法に基づき、接合ゾーンと溶接設備の関係をモデリングし溶接過程を電源-負荷システムとして分析している。解析結果はおおむね実験結果と一致しており、解析手法が妥当であることを示している。
- (4)抵抗溶接制御システムの解析プログラムにより、溶接制御部の動態特性とナゲット形成過程の関係を連成した数値解析を実施している。ナゲット形成時に散りが発生しない溶接過程コントロールシステムとその溶接条件が明らかとなっている。さらに提案した数値解析手法を用い制御システムと溶接条件の最適化を行っている。
- (5)プロジェクション溶接で散りを発生させないためには、温度分布とプロジェクション変形を同一に考えた電流制御が1つの有効な手段であることを明らかにしている。

以上のように、本論文は、プロジェクション溶接の溶接条件と溶接継手性能の内在関係を明らかにするために、従来の数値計算に代わる厳密な計算手法を提案しこれを計算機上に実現した。これにより、散りが発生せずかつ良く成長したナゲット形成のための最適溶接条件を決定することが可能となる。よって本論文は博士論文として価値あるものと認める。